Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 5, Dec- Jan 2019, p. 755-765

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 5، آذر - دی 1397، ص. 765-755

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی ناگت مرغ تولید شده با آرد دانه تاج خروس

مریم تام‌سن[1]- نفیسه سلطانی‌زاده[2]*- هاجر شکرچی‌زاده[2]

تاریخ دریافت: 1396/05/02
تاریخ پذیرش: 1396/12/01

چکیده

ناگت مرغ محصولی است که آن را با پوشش سوخاری (لایه آرد، لعاب و آرد سوخاری) پوشانیده، پیش سرخ کرده و به‌صورت منجمد به بازار عرضه می‌کنند. هدف از تحقیق حاضر، جایگزینی آرد گندم با آرد تاج خروس به‌منظور کاهش وابستگی به غله گندم، بهبود ارزش تغذیه‌ای ناگت و همچنین امکان‌سنجی تولید محصولی جدید برای بیماران سلیاکی می‌باشد. بدین منظور در تولید ناگت مرغ، آرد تاج خروس به میزان صفر، 50 و 100 درصد در ناگت مرغ جایگزین آرد گندم گردید و سپس میزان ترکیبات شیمیایی، پایداری امولسیون، آزمون برش، میزان جذب روغن، تخلخل، افت پخت، رنگ و ویژگی‌های حسی مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین میزان pH و شدت اکسایش (شاخص تیوباربیتوریک اسید) نمونه‌ها طی 13 روز انبارداری در فواصل 4 روزه بررسی شد و در پایان نتایج در قالب دو طرح کاملا تصادفی و کرت‌های خرد شده در زمان در سطح احتمال 95% آنالیز گردید. افزایش درصد جایگزینی سبب افزایش ارزش تغذیه‌ای ناگت گردید. ناگت‌های تولید شده با آرد تاج خروس از pH بالاتری برخوردار بوده و طی زمان، کاهش pH با سرعت کمتری در آنها روی داد. پایداری امولسیون نیز تحت تأثیر میزان جایگزینی قرار گرفت و در جایگزینی کامل به حداکثر مقدار خود رسید. همچنین با افزایش درصد تاج خروس در نمونه‌ها جذب روغن، میزان تخلخل، نیروی لازم برای برش و افت پخت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (p<0/05). از نظر اکسایش نیز افزایش درصد جایگزینی موجب کاهش معنی‌دار میزان مالونالدهید در روزهای اول و کاهش روند اکسایش طی 13 روز انبارداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد گردید. آرد تاج خروس میزان روشنی، قرمزی و زردی ناگت‌ها را به میزان قابل توجهی کاهش داد (p<0/05) که در ارزیابی حسی اثر نامطلوبی بر پذیرش رنگ داشت. با این وجود، کلیه این ویژگی‌ها نتوانست بر پذیرش کلی این محصول از سوی مصرف‌کنندگان اثر معنی‌داری ایجاد نماید (p>0/05).

واژه‌های کلیدی: آرد دانه تاج خروس، ناگت مرغ، جذب روغن، بافت سنجی.

مقدمه

امروزه با توجه به تغییرات فرهنگی و اجتماعی، مصرف مواد غذایی آماده به‌ویژه غذاهای دریایی، مرغ و سبزیجات رو به افزایش است که در این میان مواد غذایی سرخ شده و سوخاری بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند (Albert *et al*, 2009). با توجه به تقاضای رو به گسترش استفاده از غذاهای نیمه آماده که تقریباً در فرمولاسیون عمده آنها گوشت به‌عنوان یک جزء ضروری حضور دارد، نیاز به تولید محصولات سالم و کم‌چرب بیش از گذشته احساس می‌شود. گوشت مرغ یکی از انواع گوشت سفید است که در مقایسه با گوشت قرمز، چربی و آهن کمتری دارد ولی از نظر تأمین پروتئین مورد نیاز بدن و دیگر خواص غذایی با گوشت قرمز برابری می‌کند و از اینرو برای اشخاصی که میزان کلسترول، تری گلیسیرید و اسید اوریک در خون آنها بالاست و دچار بیماری‌های قلبی-عروقی و یا نقرس هستند، مناسب تر از گوشت قرمز می‌باشد(Hubbard *et al*, 2000).

ناگت مرغ یکی از فرآورده‌های گوشتی است که در میان مردم از محبوبیت خاصی برخوردار است. در تولید این محصول به‌منظور بهبود طعم، ظاهر و خصوصاً ویژگی‌های بافتی مطلوب و ایجاد سطح خارجی ترد و در عین حال هسته مرکزی نرم و مرطوب، ابتدا آن را با خمیر پوشانیده و سپس پیش سرخ کرده و به‌صورت منجمد به بازار عرضه می کنند. در تولید ناگت، آرد گندم سهم زیادی از افزودنی‌های موجود در آن را تشکیل می‌دهد (Mallikarjunan *et al*, 2009). گندم به‌عنوان یکی از محصولات اساسی کشاورزی دارای اهمیت ویژه ای بوده و تامین این محصول برای جوامعی مانند ایران که گندم جایگاه خاصی در الگوی تغذیه دارد، به معنی ایجاد امنیت غذایی است (شهبازیان و همکاران، 1386). یکی از راه‌های دست‌یابی به خودکفایی و عدم وابستگی به غله گندم، جایگزینی آن در محصولاتی

1- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: Soltanizadeh@cc.iut.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v14i5.66321

است که حضور آرد گندم در آنها ضروری نمی‌باشد. تاکنون تحقیقات زیادی به‌منظور بهبود ویژگی‌های ناگت مرغ با به‌کارگیری انواع مختلف آرد انجام شده است. Burge و همکاران (1990) مقادیر مختلف آرد ذرت را به لایه خمیر افزودند و بررسی‌ها حاکی از آن بود که سطوح بالاتری از آرد ذرت در این لایه موجب افزایش تردی و کاهش میزان پف کردن در خمیر شد که به دلیل حفظ رطوبت کمتر در پوشش بود. Shih و همکاران (1999) دریافتند که افزودن آرد برنج در لایه لعاب در مقایسه با آرد گندم موجب کاهش 69 درصدی جذب روغن می‌شود. آرد برنج منجر به شکل گیری پوسته خشن در پوشش گردید اما نقش قوام دهندگی کمتری نسبت به آرد گندم داشت. هرچند زمانی که آرد برنج پیش ژلاتینه شده در لایه لعاب استفاده شد، به دلیل ماهیت متخلخل خود، جذب روغن در ناگت را افزایش داد (Mohamed *et al*, 1998). Dogan و همکاران (2004) آرد سویا را به لایه لعاب حاوی آرد گندم و ذرت افزودند که موجب افزایش تردی، بهبود رنگ و کاهش درصد روغن جذب شده در ناگت مرغ شد.

از سوی دیگر یکی از مشکلاتی که برخی از افراد جامعه با آن دست به گریبان هستند، بیماری سلیاک می‌باشد (Maliluan *et al*, 2013). این دسته از افراد باید از مصرف گندم و سایر غلات دارای گلوتن خودداری نمایند و شبه غلات یکی از مواد غذایی مناسب برای این دسته از افراد می‌باشند.

تاج خروس (*Amaranthus*) شبه غله‌ای از تیره *آمارانتاسه* (*Amaranthaceae*) است که دارای 60 گونه متفاوت می‌باشد (Olufolaji *et al*, 1980). این شبه غله حاوی میزان بالایی پروتئین (16/5 درصد)، نشاسته (61/4 درصد)، آمینواسیدهای ضروری، چربی‌های غیراشباع (5/7 درصد)، فیبر (20/6درصد)، ویتامین (E، B_2 و C)، املاح (کلسیم، منیزیم، روی و آهن) و ترکیبات فنولیک است. این گیاه از نظر تغذیه‌ای دارای ارزش بیولوژیکی بالایی است و با داشتن حدود 6 درصد اسکوالن، خاصیت ضدسرطانی دارد و با کاهش کلسترول، خطر سکته قلبی و بیماری‌های قلبی- عروقی را کاهش می‌دهد (Belton *et al*, 2002, Tosi *et al*, 2001). تحقیقات نشان داده است دانه تاج خروس به‌طور مؤثری موجب کاهش سطح گلوکز سرم و افزایش سطح انسولین سرم در موش صحرایی دیابتی می‌شود که نشان می‌دهد دانه تاج خروس می‌تواند در اصلاح هایپرگلایسمی و جلوگیری از عوارض دیابت مفید واقع شود (Kim *et al*, 2006). تاج خروس همچنین فاقد گلوتن بوده و برای بیماران سلیاکی که از غلاتی مانند گندم، جو و غیره نمی‌توانند استفاده کنند، جایگزین مناسبی است (Belton *et al*, 2002). لذا بررسی‌هایی در زمینه جایگزینی آرد گندم با آرد تاج خروس در مواد غذایی مختلف انجام شده است. محققان تلاش نمودند تا درصدهای مختلف تاج خروس را به همراه کینوا و چاودار برای تولید بیسکوئیت فاقد گلوتن استفاده نمایند. نتایج نشان داد که بیسکوئیت تهیه شده از چاودار بیشترین تردی را داشته و پس از آن بیسکوئیت های حاوی کینوا و تاج خروس به‌ترتیب دارای تردی کمتری بودند (Schoenlechner *et al*, 2006). Sanz-Penella و همکاران (2013) با جایگزینی مقادیر مختلفی از آرد تاج خروس با آرد گندم در تولید نان دریافتند که به‌طور قابل توجهی محتوای پروتئین، چربی، خاکستر، فیبر رژیم غذایی و مواد معدنی افزایش می‌یابد.

با توجه به ارزش تغذیه‌ای و حضور ترکیبات فنولیک در دانه تاج خروس، یکی از مواد غذایی که می‌توان از فواید آرد این شبه غله در آن سود برد، ناگت مرغ می‌باشد. از اینرو در این تحقیق، حذف یا کاهش آرد گندم در ناگت مرغ و بهبود میزان ترکیبات مغذی از جمله فیبر، پروتئین و املاح با استفاده از آرد تاج خروس و همچنین افزایش عمر ماندگاری ناگت مرغ از طریق کاهش اکسایش چربی‌ها به دلیل حضور ترکیبات فنولیک در دانه تاج خروس مورد توجه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه آرد تاج خروس

حدود 10 کیلوگرم دانه تاج خروس از یکی از فروشگاه‌های گیاهان دارویی واقع در شهر اصفهان تهیه گردید و با استفاده از آسیاب برقی (مولینکس مدل AR100161، فرانسه) با توان 180 وات به مدت 10 دقیقه، آسیاب شد و با الک مش 60، الک گردید.

تهیه خمیر ناگت و ناگت

تولید خمیر ناگت و ناگت مرغ در فصل زمستان سال 1394، در کارخانه پاپلس واقع در شهرک صنعتی سروش بادران اصفهان انجام شد. به‌منظور تولید ناگت، ابتدا مرغ‌های منجمد به مدت یک شب در دمای 4 درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. گوشت مرغ پس از جداسازی از استخوان با چرخ گوشت اتوماتیک تمام استیل (GHA، مدل Universal، فرانسه) و با پنجره مشبک با قطر سوراخ‌های 42 میلی‌متری خرد شد و سپس با پروتئین سویا مخلوط گردید. اختلاط ترکیبات چرخ شده در مخلوط‌کن‌های پدالی (فرقا مدل 110، ایران)، انجام گرفت و سایر ترکیبات نظیر پودر سیر، پیاز چرخ شده، ادویه‌جات و غیره به نسبت‌های تعیین شده در فرمولاسیون، به خمیر اضافه شدند (جدول 1). همچنین آرد گندم به میزان 4 درصد در این بخش اضافه و مخلوط شد. در پایان این مرحله، خمیر تهیه شده، خمیر ناگت نامیده می‌شود.

خمیر ناگت تهیه شده به روش بالا، به صورت ماشینی و توسط دستگاه اتوماتیک (VM400HS CFS، هلند)، قالب‌زنی شده و به‌وسیله ماشین‌های پوشش‌دهنده شامل آرد زن (CFS مدل OPA، هلند)، لعاب‌زن (CFS مدل ER400 HD، هلند) و سوخاری زن (CFS مدلPU400 ، هلند) به ترتیب آرد گندم (3-2 درصد وزن

ناگت)، لعاب متشکل از آرد گندم (14 درصد وزن لعاب) ادویه جات، نشاسته، تخم مرغ و آب و در نهایت آرد سوخاری با اندازه ذرات بین 250 تا 850 میکرومتر (تهیه شده از شرکت نان گستر) بر روی نمونه‌ها پاشیده شد. سرخ کردن نمونه‌ها با 3 ثانیه عبور از حمام روغن با دمای 180 درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. نمونه‌های تهیه شده به پایلوت گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه صنعتی اصفهان منتقل شده و تا زمان انجام آزمایشات در دمای 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. به منظور بررسی اثر جایگزینی آرد گندم با درصدهای مختلف آرد تاج خروس، مقادیر صفر، 50 و 100 درصد از آن در لایه‌های آرد، لعاب و خمیر ناگت، جایگزین آرد گندم شد.

جدول 1- فرمولاسیون خمیر ناگت

ترکیب	مقدار (درصد)
گوشت مرغ	90
نمک طعام تصفیه شده	1/6
آرد گندم	4
پیاز	1/3
ادویه	1
شیر خشک کم چرب	0/8
سویا	1/3

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی ناگت مرغ

ترکیبات شیمیایی ناگت شامل رطوبت، چربی، پروتئین، خاکستر و فیبر به روش AOAC به‌ترتیب به شماره‌های 930/15، 991/39، 991/20، 942/05 و 985/29 اندازه‌گیری شد (AOAC,1975).

اندازه‌گیری pH ناگت مرغ

pH طی 13 روز انبارداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد، با فواصل نمونه‌برداری چهار روزه، با استفاده از دستگاه pH‌متر دستی (OAKTON، مالزی) تعیین شد.

اندازه‌گیری پایداری امولسیون خمیر مرغ

به‌منظور بررسی اثر آرد تاج خروس بر پایداری امولسیون، خمیرهای ناگت پس از جایگزینی صفر، 50 و 100 درصد از آرد گندم با آرد تاج خروس در سه تکرار متفاوت آماده شده و در دمای 4 درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در فاصله یک ساعت پس از تولید، آزمون پایداری امولسیون انجام گرفت. مقدار 5-3 گرم از امولسیون تهیه شده به لوله آزمایش منتقل شده و توزین گردید (w_1). این امولسیون در دمای 80 درجه سانتی‌گراد به مدت 30 دقیقه حرارت‌دهی شد. سپس لوله آزمایش بر روی یک کاغذ صافی وارونه گردید تا چربی جدا شده جذب کاغذ شود. پس از این مدت لوله آزمایش به‌همراه امولسیون باقی مانده توزین شد (w_2). با استفاده از فرمول زیر پایداری امولسیون محاسبه می‌شود (Baliga *et al*, 1970):

(1) پایداری =1- ((w1-w2)/وزن اولیه نمونه) ×100

آزمون برش

بررسی آزمون برش در دستگاه سنجش بافت (Instron، آمریکا) در دمای 25 درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. ابتدا نمونه‌ای با قطر 1/5 و ضخامت 1 سانتی‌متر از هر نمونه ناگت تهیه شد و سپس با سرعت 1/66 میلی‌متر در ثانیه و با استفاده از سل بارگذار 500 گرم تا 5 کیلوگرم، نمونه با استفاده از تیغه‌ای به ضخامت 1 میلی‌متر بریده شده و حداکثر نیروی لازم برای برش ثبت گردید (Fernandez-Lopez *et al*, 2006).

اندازه‌گیری جذب روغن

میزان جذب روغن نمونه‌ها پس از اندازه‌گیری روغن در نمونه‌های ناگت خام و سرخ شده به روش AOAC (991/39)، با کسر مقدار چربی قبل و بعد از سرخ کردن محاسبه شد (AOAC,1975).

اندازه‌گیری تخلخل

تخلخل نمونه‌ها پس از اسکن ناگت و با استفاده از نرم‌افزار Image J Launcher8-bit(256)color مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. قسمت مشخصی از نمونه‌ها با استفاده از این نرم‌افزار انتخاب شد و میزان تخلخل با کمک ابزار آنالیز به‌دست آمد (Castleman, 1996).

افت پخت ناگت مرغ

نمونه‌های ناگت قبل و بعد از سرخ شدن (دمای 160 درجه سانتی‌گراد به مدت 104 ثانیه) توزین و درصد افت پخت با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید (Baliga *et al*, 1970).

(2) افت پخت = (وزن ناگت خام - وزن ناگت سرخ شده) ×100

اندازه‌گیری میزان اکسایش

میزان اکسایش طی 13 روز انبارداری در 4 درجه سانتی‌گراد و با فواصل نمونه‌برداری چهار روزه اندازه‌گیری شد. بدین منظور از روش تیوباربیتوریک اسید (TBA) استفاده شد. 10 گرم ناگت با 25 میلی‌لیتر محلول تری کلرواستیک اسید 20% در محلول اسید فسفریک 2 مولار هموژن و سپس با 25 میلی‌لیتر آب مقطر همگن شد. این مخلوط توسط کاغذ صافی واتمن شماره 41 صاف شد. 5 میلی‌لیتر از عصاره

حاصل با 5 میلی لیتر TBA 0/01 مولار در محلول 90 درصد اسید استیک مخلوط شد و میزان جذب در طول موج 532 نانومتر قرائت گردید. میزان جذب در ضریب 5/4 ضرب گشته و میلی‌گرم مالون دی آلدهید/ کیلوگرم نمونه محاسبه شد (Baliga *et al*, 1970).

رنگ ناگت مرغ

رنگ سطح نمونه‌های ناگت با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (NIPPON DENSHOKU مدل ZE6000، ژاپن) اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی رنگ داخل نمونه‌های ناگت، پس از ایجاد برش قطری در نمونه‌های ناگت، پارامترهای رنگی این بخش از نمونه توسط این دستگاه به‌دست آمد و در نهایت میزان سفیدی با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید (Tabilo-Munizaga *et al*, 2004):

سفیدی = 100-[(100-روشنایی)^2 + زردی^2 + قرمزی^2]^{0,5} (3)

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی نمونه‌های ناگت به روش ارزیابی مصرف‌کننده انجام گردید. بدین منظور نمونه‌های ناگت پس از پخت در مایکروویو با توان 900 وات و به مدت یک دقیقه، بلافاصله در حالت گرم در اختیار ارزیاب‌های حسی آموزش دیده قرار گرفت. دمای محیط ارزیابی 20 درجه سانتی‌گراد بود و از نور سفید در آن استفاده شد.30 ارزیاب زن و 30 ارزیاب مرد در رنج سنی 18 تا 29 سال از بین دانشجویان دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انتخاب شدند. ارزیاب‌ها به‌صورت تصادفی در سه گروه تقسیم‌بندی شدند به‌طوری که در هر گروه تعداد برابری از ارزیاب‌های حسی زن و مرد حضور داشته باشند. سپس اعضای هر گروه تنها یک نمونه را مورد ارزیابی قرار داده و نظر خود را در مورد بافت، عطر و طعم، رنگ و ارزیابی کلی براساس مقیاس‌های توصیفی هدونیک 7 نقطه‌ای (دوست داشتن زیاد=3، دوست داشتن متوسط=2، دوست داشتن کم=1، بی تفاوت=0، دوست نداشتن=1-، دوست نداشتن متوسط=2-، دوست نداشتن زیاد=3-) بیان نمودند (Killinger *et al*, 2004).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در این تحقیق از سه سطح جایگزینی صفر، 50 و 100 درصد آرد گندم با آرد تاج خروس در ناگت استفاده شد. کلیه تیمارها در سه تکرار تهیه گردید و مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون‌های pH و شدت اکسایش با کمک طرح کرت‌های خرد شده در قالب زمان و نتایج سایر آزمون‌ها از جمله ارزیابی حسی با مقایسه میانگین از طریق طرح کاملاً تصادفی در سطح اطمینان 95% مورد ارزیابی قرار گرفت. برای آنالیز نتایج از نرم‌افزار SAS نسخه 13 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از بررسی ترکیبات شیمیایی ناگت‌های تهیه شده با درصدهای مختلف آرد تاج خروس در جدول 2 آورده شده است.

جدول2- ترکیبات شیمیایی ناگت‌های حاوی درصدهای متفاوت تاج خروس

درصد جایگزینی	خاکستر(%)	رطوبت(%)	چربی(%)	پروتئین(%N، 5/85*)	فیبر(%)
0	$3/56^{c}$±0/03	$43/89^{c}$±0/07	$26/66^{c}$±0/04	$23/34^{c}$±0/02	$0/45^{c}$±0/02
50	$4/48^{b}$ ±0/05	$44/64^{b}$±0/27	$27/33^{b}$±0/02	$23/59^{b}$±0/04	$2/87^{b}$±0/01
100	$5/05^{a}$±0/03	$45/52^{a}$±0/17	$28/53^{a}$±0/06	$23/82^{a}$±0/02	$3/46^{a}$±0/03

اعداد نشان‌دهنده میانگین± SD می‌باشد. حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در هر ستون است (p<0 /05).
Different letters indicate significant differences in each column (p<0/05).

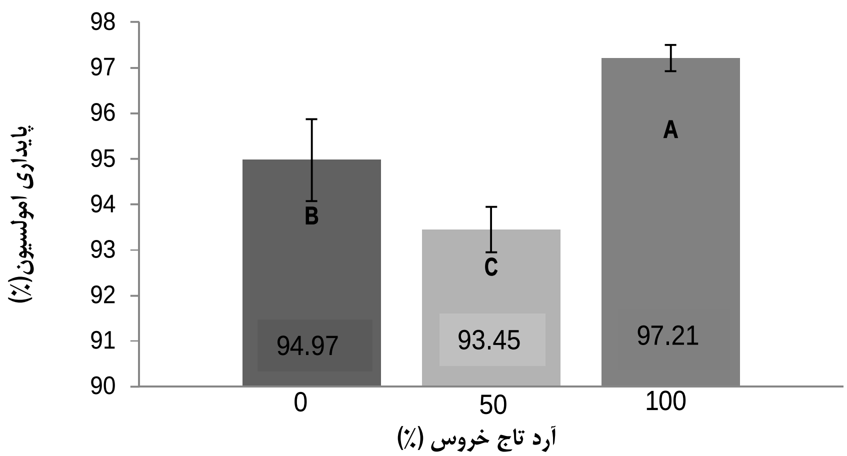
همانگونه که می توان مشاهده نمود، با افزایش درصد جایگزینی آرد تاج خروس در ناگت ها، تمامی ترکیبات شیمیایی با اختلاف معنی داری نسبت به نمونه شاهد افزایش یافتند (p<0/05). وجود املاحی نظیر کلسیم، منیزیم و آهن در آرد تاج خروس توانست به‌طور معنی‌داری میزان خاکستر را در ناگت‌های حاوی آرد تاج خروس افزایش دهد. همچنین گرانول های کوچک نشاسته تاج خروس از جذب آب بالایی در مقایسه با نشاسته گندم برخوردار بوده که اثر قابل توجهی در میزان رطوبت نمونه‌های ناگت داشت.

با توجه به این که چربی آرد تاج خروس 3-2 برابر غلاتی نظیر گندم است و به‌دلیل افزایش جذب روغن در نمونه‌های حاوی آرد تاج خروس، چربی این نمونه‌ها بیشتر از نمونه شاهد بود. علاوه بر این، آرد تاج خروس از نظر پروتئین و فیبر غنی‌تر از آرد گندم بوده و حضور آن در محصول نهایی موجب افزایش درصد این دو ترکیب شد. باید توجه نمود که اگرچه ناگت مرغ به دلیل حضور مقادیر زیاد پروتئین در آن یک ماده غذایی بسیار مغذی محسوب می‌گردد؛ اما از نظر سایر ترکیبات غذایی فقیر محسوب می‌شود (Alencar *et al*,. 2015). افزودن آرد تاج خروس با ویژگی‌های منحصر به فرد تغذیه‌ای توانست علاوه بر پروتئین، میزان فیبر و املاح معدنی موجود در نمونه‌های ناگت را به شدت افزایش داده و ارزش تغذیه‌ای این ناگت‌ها را ارتقا بخشد

شکل 1 نشان‌دهنده پایداری امولسیون خمیرهای ناگت تهیه شده با درصدهای مختلف جایگزینی آرد تاج خروس است. نتایج نشان داد

با جایگزینی 100% آرد تاج خروس در خمیر ناگت، بیشترین پایداری در امولسیون ایجاد شد که می‌تواند به دلیل وجود چربی‌های قطبی و نیز گلوبولین موجود در آرد تاج خروس باشد که از عوامل فعال سطحی بوده (Fidantsi *et al*, 2001, Sanz penella *et al*, 2013) و بر پایداری امولسیون می‌افزایند. نتایج تحقیقات قبلی نشان داده است که پروتئین‌های موجود در آرد تاج خروس از خاصیت امولسیون کنندگی و پایداری امولسیون بالایی برخوردارند (Marcone *et al*, 1999, Silva-Sanchez *et al*, 2004). از سوی دیگر، جایگزین کردن 50 درصد آرد تاج خروس به‌جای آرد گندم، پایداری امولسیون را با اختلاف معنی‌داری کاهش داده و میزان آن را به کمتر از نمونه شاهد رساند که به‌نظر می‌رسد به دلیل درگیر شدن آلبومین در پیوند با گلوتن گندم می‌باشد (Sanz penella *et al.*, 2013). در نتیجه این پیوند، پروتئین‌های محلول کاهش یافته که خود موجب کاهش فعالیت امولسیون کنندگی می‌شود.

یکی از ویژگی‌هایی که می‌تواند اثر قابل توجهی بر کیفیت و عمر ماندگاری محصولات گوشتی داشته باشد، pH است (Belton *et al*, 2002). در روز اول، pH نمونه دارای 100% آرد تاج خروس با اختلاف معنی‌داری بیشتر از سایر نمونه‌ها بود (p<0/05؛ جدول 3). از آنجا که pH آرد تاج خروس به دلیل وجود آمینواسیدهای قلیایی (لایزین) بیشتر از آرد گندم است، با افزایش درصد آرد تاج خروس pH نمونه‌ها افزایش یافت (Belton *et al.*, 2002). طی 13 روز انبارداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد شدت افت pH برای نمونه شاهد نسبت به نمونه دارای 100 درصد تاج خروس بیشتر بود که می‌تواند به دلیل رشد میکروارگانیسم‌ها و تولید اسید توسط آنها باشد. به‌نظر می‌رسد وجود مقادیر زیاد ترکیبات فنولیک در آرد تاج خروس توانسته است سرعت رشد میکروبی را در نمونه‌های حاوی این آرد کاهش دهد.



شکل 1- پایداری امولسیون خمیر ناگت حاوی درصدهای مختلف آرد تاج خروس.
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین درصدهای مختلف جایگزینی آرد تاج خروس است (p<0 /05).

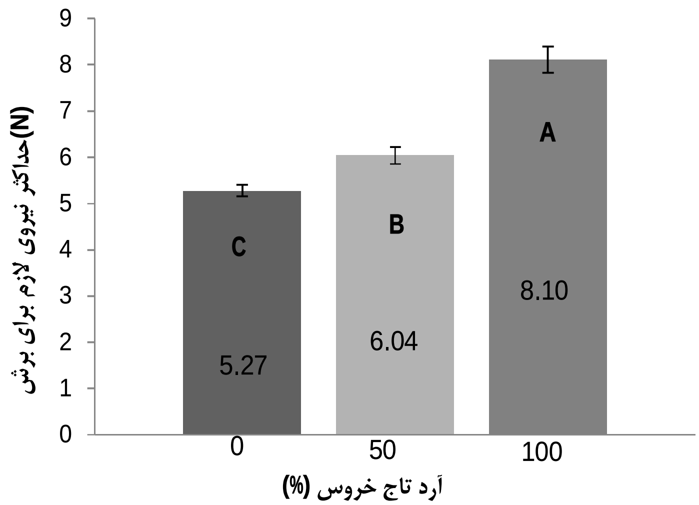
جدول 3- pH ناگت حاوی آرد تاج خروس طی 13 روز نگهداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد.
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین درصدهای مختلف جایگزینی آرد تاج خروس است (p<0 /05).

درصد جایگزینی	pH			
	روز (1)	روز (5)	روز (9)	روز (13)
0	5/87^{BC}±0/01	5/83DE±0/02	5/67^{M}±0/01	5/70^{KLM}±0/01
50	5/86^{CD}±0/01	5/86^{CD}±0/05	5/75^{HI}±0/03	5/74^{HIJ}±0/01
100	5/90^{A}±0/02	5/86^{C}±0/01	5/79^{FG}±0/01	5/77^{GH}±0/01

اعداد نشان دهنده میانگین± SD می‌باشد. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در هر ستون است (p<0 /05).
Different letters indicate significant differences in each column (p<0/05).

نتایج ارزیابی بافت نشان داد با افزایش درصد آرد تاج خروس جایگزین شده، مقدار نیروی لازم برای برش ناگت‌ها با اختلاف معنی‌دار افزایش می‌یابد (p<0/05؛ شکل 2). این ویژگی به دلیل آمینواسیدهای باردار لایزین، گلوتامینک و آسپارتیک است که در آرد تاج خروس یافت می‌شود (Belton *et al*, 2002). به‌نظر می‌رسد با پیوند این آمینواسیدها با فیبرهای عضلانی باردار گوشت، بر شدت

پیوندهای موجود در خمیر گوشت افزوده شده و سفتی آن و در نتیجه مقدار نیروی لازم برای برش افزایش می‌یابد. در تحقیقات قبلی که بر روی جایگزینی آرد گندم با سایر آردها در ناگت مرغ انجام شد، مشخص گردید با جایگزین کردن آرد ذرت و برنج با آرد گندم در تهیه ناگت مرغ، مقدار نیروی لازم برای برش در ناگت حاوی آرد ذرت بیش از نمونه شاهد و نمونه حاوی آرد برنج بود (Purcell *et al*, 2014). باید توجه نمود با اینکه آرد تنها سهم اندکی از ناگت مرغ را تشکیل می‌دهد؛ اما تغییر نوع آرد می‌تواند بر ویژگی‌های ناگت تولیدی به خصوص از نظر بافت تاثیر قابل توجهی بگذارد.



شکل 2- حداکثر نیروی لازم (نیوتن) برای برش نمونه‌های ناگت حاوی مقادیر مختلف جایگزینی آرد تاج خروس.
حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین درصدهای مختلف جایگزینی آرد تاج خروس است (p<0/05).

بررسی میزان تخلخل نمونه‌های ناگت، رابطه مستقیمی را بین میزان آرد تاج خروس و این ویژگی نشان داد (شکل 3). در آرد تاج خروس حدود 20% گلبولین یافت می‌شود که خاصیت امولسیون‌کنندگی و کف‌کنندگی دارد (Belton *et al*, 2002). این ویژگی با به دام انداختن حباب‌های هوا در ایجاد بافتی متخلخل موثر می‌باشد. Fidantsi (2001) نشان دادند گلوبولین موجود در تاج خروس از خاصیت ایجاد کف بالایی برخوردار است که می‌تواند هوا را در خود به دام انداخته و سبب ایجاد بافتی متخلخل به هنگام تولید خمیر گوشت شود.

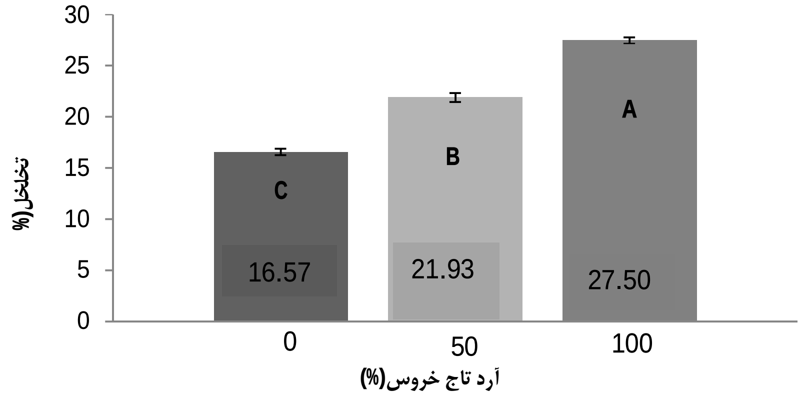
همچنین، با افزایش مقدار آرد تاج خروس، افزایش معنی‌داری در جذب روغن نمونه‌ها مشاهده شد (شکل4) که به‌نظر می‌رسد به دلیل افزایش تخلخل در نمونه‌ها باشد. زیرا هرچه بافت تخلخل بیشتری داشته باشد روغن را به راحتی جذب می‌نماید (Mallikarjunan *et al*, 2009). همچنین آلبومین موجود در تاج خروس، جذب روغن بین 460 تا 464% دارد که موجب افزایش جذب روغن توسط ناگت‌ها می‌شود (Silva-Sanchez *et al*, 2004).

افت پخت به معنای کاهش وزن ناگت پس از سرخ شدن نسبت به نمونه خام است. همانگونه که در شکل 5 می‌توان مشاهده نمود، کمترین افت پخت مربوط به نمونه‌هایی است که در آن‌ها تنها از آرد استفاده شده است. Belton و همکاران (2002) بیان نمودند که به دلیل کم بودن مقدار آمیلوز نشاسته تاج خروس، این آرد از ویسکوزیته کمی به هنگام ژلاتینه شدن برخوردار است که می‌تواند موجب کاهش جذب لایه لعاب و سوخاری به خمیر مرغ شده و افت پخت را افزایش دهد.

بر اساس جدول 4، میزان مالونالدهید در نمونه حاوی 100 درصد آرد تاج خروس در چند روز ابتدایی به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر نمونه‌ها بود (p<0/05) اما به تدریج، شدت اکسایش در نمونه‌های دارای تاج خروس نیز افزایش می‌یابد به‌طوری که پس از 13 روز نگهداری در دمای 4 درجه سانتی گراد، تفاوت معنی‌داری بین آنها مشاهده نمی‌شود. باید توجه نمود که با وجود جذب روغن بیشتری که در تیمارهای حاوی آرد تاج خروس نسبت به نمونه شاهد وجود داشت اما آرد تاج خروس به‌خوبی توانست شدت اکسایش را در نمونه‌های ناگت کاهش دهد. به نظر می‌رسد ترکیبات فنولیک موجود در آرد تاج خروس در این زمینه مؤثر باشند.

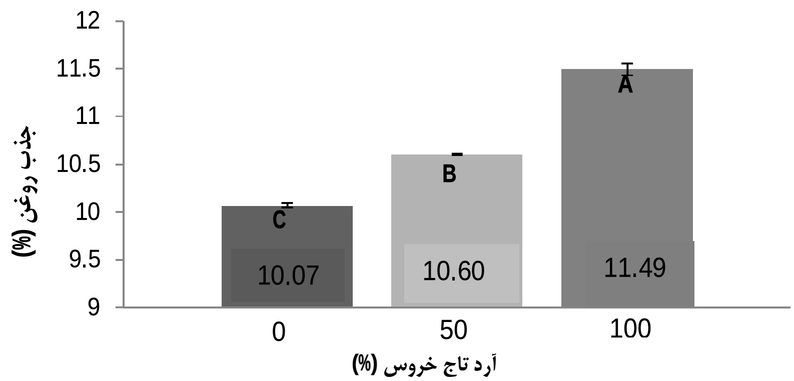
از آنجایی که آرد تاج خروس به دلیل رنگدانه بتاسیانین از رنگ بسیار تیره تری نسبت به آرد گندم برخوردار است، بررسی نقش این آرد در تغییر رنگ نمونه‌های ناگت حائز اهمیت است. همانگونه که در جدول 5 می توان مشاهده نمود، استفاده از آرد تاج خروس در ناگت، شدت روشنایی، قرمزی، زردی و سفیدی را در سطح و داخل نمونه ها کاهش داد (p<0/05). بدیهی است که وجود رنگدانه های سیاه رنگ

بتاسانین می‌تواند تاثیر نامطلوبی بر پارامترهای رنگ ناگت داشته باشد و از شدت سفیدی داخل نمونه‌های ناگت که از نظر پذیرش مصرف‌کننده بسیار مهم می‌باشد، بکاهد.



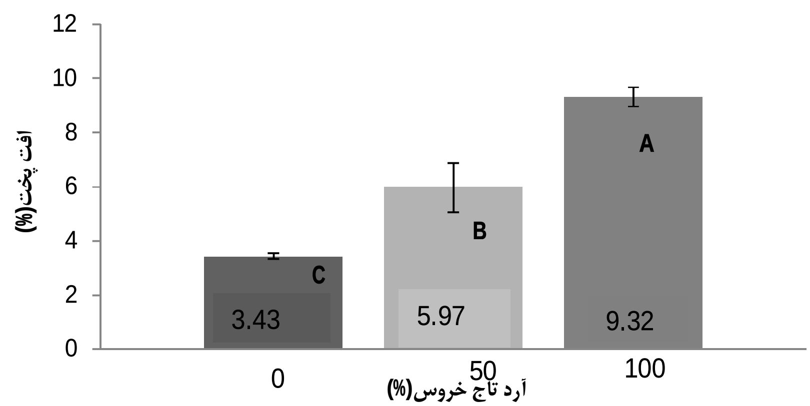
شکل 3- میزان تخلخل در ناگت‌های حاوی مقادیر مختلف آرد تاج خروس.

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین درصدهای مختلف جایگزینی آرد تاج خروس است (p<0/05).



شکل 4- جذب روغن ناگت‌های حاوی آرد تاج خروس.

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین درصدهای مختلف جایگزینی آرد تاج خروس است (p<0/05).



شکل 5- افت پخت نمونه‌های ناگت‌های تهیه شده با درصدهای مختلف جایگزینی آرد تاج خروس.

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین درصدهای مختلف جایگزینی آرد تاج خروس است (p<0/05).

جدول 4- اکسایش ناگت حاوی آرد تاج خروس طی 13 روز نگهداری در دمای 4 درجه سانتی‌گراد.

درصد جایگزینی	میلی‌گرم مالونالدهید/کیلوگرم نمونه			
	روز (1)	روز (5)	روز (9)	روز (13)
0	1/42K±0/01	2/64A±0/12	1/96GH±0/11	2/63A±0/01
50	1/23L±0/12	2/34DE±0/13	2/39CDE±0/05	2/37DE±0/01
100	0/99M±0/12	2/07FG±0/04	1/91HI±0/06	2/46BCD±0/04

اعداد نشان‌دهنده میانگین± SD می‌باشد. حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در هر ستون است (p<0/05).

جدول 5- رنگ ناگت‌های حاوی درصدهای متفاوت تاج خروس

درصد آرد تاج خروس	روشنایی خارجی	قرمزی خارجی	زردی خارجی	سفیدی خارجی	روشنایی داخلی	قرمزی داخلی	زردی داخلی	سفیدی داخلی
0	47/02a±0/09	25/31a±0/28	42/36a±0/17	27/58a±0/03	64/57a±0/31	6/07a±0/18	17/55a±0/29	59/99a±0/43
50	42/14b±0/07	21/53b±0/30	37/79b±0/30	27/41b±0/03	55/66b±0/26	4/74b±0/24	12/84b±0/31	53/59b±0/19
100	39/31c±0/28	21/16b±0/13	33/57c±0/25	27/38b±0/01	50/79c±0/28	3/93c±0/06	10/18c±0/34	49/59c±0/33

اعداد نشان‌دهنده میانگین± SD می‌باشد. حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در هر ستون است (p<0/05).

در پایان نتایج ارزیابی حسی (جدول 5) تفاوت معنی‌داری را از نظر عطر و طعم، بافت و ارزیابی کلی ایجاد نکرد؛ اما اختلاف رنگ با نمونه شاهد به اندازه‌ای بود که نتوانست مورد پذیرش مصرف‌کنندگان قرار بگیرد. حضور رنگدانه‌های بتاسیانین در آرد تاج خروس مورد استفاده برای تهیه ناگت، موجب افزایش تیرگی رنگ شده و پذیرش مصرف‌کنندگان را نسبت به این ماده غذایی کاهش می‌دهد (Belton *et al*, 2002). با این وجود نتایج پذیرش کلی نشان داد، اگرچه مصرف‌کنندگان ارجحیتی برای این نمونه‌های ناگت قائل نیستند؛ اما این ناگت‌ها از نظر آن‌ها ناپسند نیز نمی‌باشند.

جدول5- ارزیابی حسی ناگت‌های حاوی درصدهای متفاوت تاج خروس

درصد آرد تاج خروس	عطر و طعم	بافت	رنگ	پذیرش کلی
0	a1/70	a1/40	a2/00	a1/55
50	a2/05	a1/60	1/05b	a2/05
100	a1/80	a1/40	0/75b	a1/75

حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در هر ستون است (p<0/05).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد جایگزینی آرد گندم با آرد تاج خروس در تولید ناگت اگرچه نتوانست ویژگی‌های ناگت را همانند نمونه‌های حاوی آرد گندم حفظ نماید و در مواردی از جمله رنگ و جذب روغن اثر نامطلوبی بر ناگت‌های تولیدی داشت اما با توجه به ارزش تغذیه‌ای بالای تاج خروس، نیاز شدید بیماران سلیاکی به مواد غذایی فاقد آرد گندم و در نهایت، پذیرش این محصول از سوی مصرف‌کنندگان می‌توان تولید این محصول را ارزشمند دانست.

منابع

شهبازیان, ن.، ا. ا. دادی و ب. کامکار، 1386. معرفی گیاه آمارانت و کینوا جهت پایدار سازی اراضی حاشیه ای در ایران، دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران، گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

Albert, Á., P. Varela, A. Salvador and S. M. Fiszman. 2009. Improvement of crunchiness of battered fish nuggets. *Eur. Food Res .Technol*. 228:923-930.

Alencar, N. M. M., C. J. Steel, I. D. Alvim, E. C. de Morais, and H. M. A. Bolini. 2015. Addition of quinoa and amaranth flour in gluten-free breads: Temporal profile and instrumental analysis. *Food Sci. Technol*. 62:1011-1018.

AOAC. 1975. “Official Methods of Analysis.” 12 ed., p. 395, 15, 135. 137. 222. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC**.**

Baliga, B. and N. Madaiah. 1970. Quality of sausage emulsion prepared from mutton. *J. Food Sci*. 35:383-385.

Belton, P. S. and J. R. Taylor. 2002. Pseudocereals and Less Common Cereals: Grain Properties and Utilization Potential. *Springer Science & Business Media*, Berlin.

Burge, R. 1990. Functionality of corn in food coatings. PP. 29-49. In: K. Kulp and R. Loewe (Eds.), Batters and Breadings in Food Processing, *Association of Creal Chemists, Inc*., Minnesota.

Castleman, K. 1996. Digital Image Processing.Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Dogan, S. F., S. Sahin and G. Sumnu. 2005. Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. *J. Food Eng.* 71:127-132.

Fernández-López, J., S. Jiménez, E. Sayas-Barberá, E. Sendra and J. Pérez-Alvarez. 2006. Quality characteristics of ostrich (*Struthio camelus*) burgers. *Meat Sci.* 73:295-303.

Fidantsi, A. and G. Doxastakis. 2001. Emulsifying and foaming properties of amaranth seed protein isolates. *Colloids* Surf., A. 21:119-124.

Hubbard, L. J. and B. E. Farkas. 2000. Influence of oil temperature on convective heat transfer during immersion frying. *J. Food Process. Preserv.* 24:143-162.

Killinger, KM. Calkins, Chris R. Umberger, Wendy Jeanne. Feuz, Dillon M. Eskridge, Kent M. 2004. Consumer sensory acceptance and value for beef steaks of similar tenderness, but differing in marbling level. *Journal of Animal Science*. 82: 11: 3294-3301.

Kim, H. K., M. J. Kim, H. Y. Cho, E. K. Kim and D. H. Shin. 2006. Antioxidative and anti-diabetic effects of amaranth (*Amaranthus esculantus*) in streptozotocin-induced diabetic rats. *Cell Biochem.* Funct. 24:195-199.

Maliluan, C., Y. B. Pramono and B. Dwiloka. 2013. Physical and sensory characteristics of chicken nuggets with utilization rice bran to substitute wheat flour. *JATP*. 2: 71-74

Mallikarjunan, P., M. O. Ngadi and M. S. Chinnan. 2009. Breaded Fried Foods. *CRC Press*, New York.

Marcone, M. and Y. Kakuda. 1999. A comparative study of the functional properties of amaranth and soybean globulin isolates. *Nahrung*. 43:368-373.

Mohamed, S., N. A. Hamid and M. A. Hamid. 1998. Food components affecting the oil absorption and crispness of fried batter. *J. Sci*. *Food Agric*. 78:39-45.

Olufolaji, A. O. and T. Tayo. 1980. Growth, development and mineral contents of three cultivars of amarant. *Sci. Hort.* 13:181-189.

Purcell, S., Y. J. Wang and H. S. Seo. 2014. Enzyme-Modified Starch as an Oil Delivery System for Bake-Only Chicken Nuggets. *J. Food Sci*. 79:C802-C809.

Sanz-Penella, J. M., M. Wronkowska, M. Soral-Smietana and M. Haros. 2013. Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LWT-Food Sci. Technol*. 50:679-685.

Schoenlechner, R., G. Linsberger, L. Kaczyc and E. Berghofer. 2006. Production of short dough biscuits from the pseudocereals amaranth, quinoa and buckwheat with common bean. *Ernahrung*. 30:101-107.

Shih, F. and K. Daigle. 1999. Oil uptake properties of fried batters from rice flour. *J. Agric. Food Chem*.47:1611-1615.

Silva-Sánchez, C., J. González-Castañeda, A. De León-Rodríguez and A. B. de la Rosa. 2004. Functional and rheological properties of amaranth albumins extracted from two Mexican varieties. *Plant Foods Hum. Nutr*. 59:169-174.

Tabilo-Munizaga, Gipsy Barbosa-Cánovas, Gustavo V. 2004. Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white. *Food Research International*. 37: 8: 767-775.

Tosi, E., E. Ré, H. Lucero and R. Masciarelli. 2001. Dietary fiber obtained from amaranth (*Amaranthus cruentus*) grain by differential milling. *Food Chem*. 73:441-443.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 5, Dec- Jan 2019, p. 755-765

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 5، آذر - دی 1397، ص. 765-755

Evaluation of physicochemical properties of chicken nugget produced with amaranth seed flour

M. Tamsen[1], N. Soltanizadeh[2*], H. Shekarchizadeh[2]

Received: 2017.07.24
Accepted: 2018.02.20

Introduction: The main part of the further-processed foods especially fish, seafood, poultry, cheese and vegetables market is constituted of battered and breaded products. The annual consumption of battered and breaded products in some countries such as Europe, Japan, and Oceania is approximately 2 billion pounds. Frying of battered and breaded products is used to improve their quality factors which are mainly crispness, texture, moisture and oil contents, porosity, color and appearance, flavor and nutrition. Crispy outer layer and the moist and juicy interior as pleasant textural characteristics are created in fried foods. Chicken nugget which is made from chicken meat is breaded or battered, then deep-fried or baked and finally is quick frozen. Chicken nugget is composed of four layers including paste, pre-dust, batter and breaded layers. Amaranth is one of the pseudo-cereal grains which belongs to the *Amaranthaceae* family. The color of amaranth seed varies from milky white to yellow, golden, red, brown, and black. This plant has high nutritional and biological value. Amaranth seed contains starch (61/4%), protein (16/5%), unsaturated fats (5/7%), fiber (20/6%), vitamins (E, B2 and C), minerals (calcium, magnesium, zinc and iron) and phenolic compounds. The purpose of this study was to replace wheat flour with amaranth flour in order to reduce wheat grain dependence, improve the nutritional value of nuggets as well as explore the production possibility of a new product for celiac disease.

Materials and methods: In order to investigate the effect of replacing of wheat flour by amaranth flour in nugget formulation, amaranth flour was used at 0, 50 and 100% levels separately in chicken paste, batter dough, and all layers of nugget (chicken paste, predust, and batter dough). Then, the chemical composition and pH of chicken nugget, chicken paste emulsion stability, cutting force, oil absorption, porosity, cooking loss, degree of oxidation, color and sensory characteristics of produced nuggets were evaluated.

Results and discussion: Results showed that increasing the substitution percent would increase the nutritional value of nuggets. The pH of all produced nuggets containing amaranth flour was higher than the control sample and pH reduction occurred slower in them during 13 days of storage at 4 ° C. Emulsion stability was also affected by the replacement rate and reached the maximum content at full replacement. Samples with 100% incorporation of amaranth flour had the highest emulsion stability due to the presence of polar lipids and globulin in amaranth flour which are surface active agents. However, 50% substitution of wheat flour with amaranth flour in chicken paste significantly decreased emulsion stability as this sample had the lowest emulsion stability. It seems that the interaction of amaranth albumin proteins with wheat gluten proteins reduced soluble proteins, which caused emulsion stability reduction of chicken paste containing both amaranth flour and wheat flour. Also the presence of amaranth flour in nuggets significantly increased oil absorption, porosity, cutting force and cooking loss. Oil absorption of nuggets increased by increasing the amount of amaranth used in nugget production, as the control nuggets had the lowest oil absorption. Albumin proteins which are present in amaranth flour have high oil absorption capacity. Amaranth flour has low viscosity in gelatinization owing to the low amylose content of amaranth starch, which decreases the absorption of batter dough to the chicken paste and as a result cooking loss will increase. Porosity of nuggets increased by increasing the amount of amaranth flour in prepared nuggets. Globulin which constitutes about 20% of amaranth proteins is a good foaming agent. Entrapment of air bubbles by globulin caused porosity increase in nuggets. In addition, the results of moisture content of nuggets showed moisture removal of nuggets containing amaranth flour after frying. Steam pressure of evaporated water caused porous tissue in samples. Hardness, chewiness, gumminess, springiness, and cohesiveness of nuggets containing amaranth flour increased. The cutting force was increased significantly as a result of the amount of amaranth flour of nuggets as was expected. About the oxidation, increasing the substitution rate reduced the amount of malonaldehyde in the early days and reduced the oxidation process in 13 days of storage at 4 ° C. High amounts of phenolic compounds were found in amaranth flour, which could

1 and 2. MSc student and Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
(*Corresponding Author Email: Soltanizadeh@cc.iut.ac.ir)

reduce lipid oxidation and spoilage of nugget. Amaranth flour darkened nuggets and by increasing amaranth content, that amount of L (brightness), a (redness) and b (yellowness) declined. Lightness of the outer layer of nuggets decreased by increasing the amaranth amount of nugget, due to the presence of bran and betacyanin pigment in amaranth flour which make it darker than white flour. Wheat flour could be substituted with amaranth flour in nugget production, increasing the nutritional value of product by increasing protein, fiber and minerals levels, with no undesirable effect on total acceptance of consumers.

Key words: Amaranth seed flour, Chicken nugget, Oil absorption, Texture analysis